

PENDENT.

JORDI SANS I PINYOL

Enginyer industrial, inspector del Cos de Bombers de la Generalitat, professor associat de la UPC.
Àrea de Recerca, Coneixement i Relacions Exteriors de l'Institut de Seguretat Pública de Catalunya

POUYA AGHAEBRAHIMI SAMANI

Màster en enginyeria de producció de la Universitat Chalmers de Tecnologia (Suècia)

Aquest article exposa algunes qüestions generals sobre el planejament del territori en relació amb els riscos.

Es presenta també un recull de casos greus i recents ens ajuda a recordar que ha passat i, per tant, pot tornar a passar.

La Unió Europea fa temps que gestiona aquesta matèria. És, doncs, interessant veure com els diferents Estats membres gestionen la qüestió. Es revisen de forma sintètica alguns dels models existents avui.

Amb això es pot concloure que la matèria encara no està solucionada i que les amenaces terroristes poden fer augmentar la potencial capacitat de fer mal que els riscos tecnològics i naturals aporten.

Finalment es proposa elaborar un índex que tingui en compte no només el dany ocasionat pels accidents, sinó també els danys intencionats, per tal de quantificar la vulnerabilitat, per exemple, de les infraestructures crítiques.

This article focus on general matters about the Land Used Planning related to risks.

This article also introduces a compilation of major and recent cases helps us to remember what has happened, and therefore what can happen again.

The European Union has been dealing with this matter for many years. It is therefore interesting to see how the different member states handle this matter. The article reviews briefly some of the existing methodologies.

The final conclusions lead us to believe the issue is not yet solved and that terrorist threats can be powered up by the damage capacity of natural and technological risks.

Finally it proposes to create an index taking into account not only the damage caused by accidents, but also by intended attacks in order to quantify the vulnerability of, for example, critical infrastructures.

1. INTRODUCCIÓ

La consideració del vector *risc* com un element més a tenir en compte en el planejament de l'ús del territori és un tema encetat jurídicament, però encara no implementat d'una forma estable i sostenible en el món real.

Els interessos econòmics en joc a l'àmbit local superen els intents de la UE i dels Estats membres de condicionar els usos del territori al valor dels riscos existents, i com a conseqüència també l'eficàcia dels mecanismes jurídics i administratius que s'han posat en marxa per assolir aquests objectius.

El risc, entès com un paràmetre global, és un factor més que cal tenir en compte en el disseny de les ciutats i també de les zones rurals.

Per planificar a llarg termini el territori en funció dels diversos riscos presents cal una visió social, antropològica, geogràfica i probabilística del tema. També un discurs cost/benefici gens obvi, on el beneficiari ha de ser sempre l'interès general de la nostra societat.

Els riscos que considerem, bàsicament a l'hora de planificar, són els clàssics: tecnològics i naturals, és a dir, els causats per l'acció de la humanitat i els inherents a la natura. Afegim també implícitament el risc d'atemptat terrorista que pot usar les substàncies perilloses (*hazmat*)¹ presents a les anomenades infraestructures crítiques, altres indústries, magatzems i transport, com un element multiplicador dels resultats que persegueixen.

D'aquesta manera, s'uneixen els conceptes de *safety* i *security*.² Si bé en la metodologia de *safety* el màxim accident possible (creïble) queda definit pel valor de la probabilitat d'ocurrència, a l'hora d'afrontar un escenari de *security*, com per exemple un atemptat terrorista, els paràmetres varien i es té en compte no només allò probable sinó també allò possible. En aquests casos la metodologia de càlcul és la mateixa, només cal afegir successos iniciadors addicionals. O, en altres paraules, en un estudi de *security* es consideraran lògicament els escenaris de *safety*, més d'altres, probablement pitjors.

Per contextualitzar els riscos i els efectes de la seva materialització, es presenta un recull dels accidents recents més importants, com a recordatori del que ja ha passat, però que pot tornar a passar.

Els efectes d'un accident de gran magnitud provoquen una resposta pública, tant de protesta social per l'envergadura dels efectes sobre la població, com de resposta de les autoritats públiques per prendre mesures de prevenció, regulació i inspecció per evitar una altra catàstrofe. D'aquesta manera, a continuació, es presenta una síntesi de l'enfocament que es fa de la gestió dels riscos a les institucions de la UE.

La gestió dels riscos tecnològics és a Europa una de les més desenvolupades, sobretot des de l'òptica de l'accident greu, amb metodologies determinístiques, probabilístiques o una barreja de totes dues.

Bàsicament es pretén avaluar el risc a partir de la probabilitat d'ocurrència d'un accident, del qual es poden calcular numèricament les conseqüències (magnituds físiques i químiques), que són les sol·licitacions que reben els element vulnerables. El resultat d'aquests càlculs són els danys que podem esperar.

A continuació, tenint en compte que no hi ha una política europea comuna en aquesta matèria, es mostrarà de quina manera països com França, Alemanya, Itàlia, els Països Baixos i el Regne Unit adapten les directives europees i com aborden la gestió i la prevenció dels riscos en els seus territoris respectius. Finalment s'ofereix una visió general de la qüestió a la Unió Europea i unes conclusions.

1. Abreviatura del terme anglès *hazardous materials* (materials perillosos).

2. En anglès, la *safety* es refereix a la seguretat física davant dels perills, riscos o accidents; la *security* fa referència a la seguretat davant d'actes il·lícits.

2. RECURS DE CASOS

Històricament s'han produït diversos accidents industrials. Aquests accidents varien des de simples incidents a causa de la negligència d'un treballador fins a accidents com el de Bhopal, que va tenir conseqüències tràgiques. En aquest article, es tractaran quatre accidents industrials:

- 1) Bhopal, Índia
- 2) Buncefield, Regne Unit
- 3) Enschede, Països Baixos
- 4) Toulouse AZF, França

2.1 BHOPAL

A les 12.45 h del 3 de desembre de 1984, a la fàbrica de pesticides Union Carbide India Limited (UCIL) a Bhopal, Índia, es va produir la fuga de 41 tones d'isocianat de metil (MIC), un gas mortal, que va provocar el que es considera com el pitjor accident industrial de la història. Cap dels sis sistemes de seguretat dissenyats per contenir la fuga no estava en funcionament i el gas es va estendre per tota la ciutat de Bhopal. Mig milió de persones van estar exposades al gas aquella nit i es creu que de 8.000 a 10.000 persones van morir durant les primeres 72 hores. Es calcula que unes 25.000 persones van morir com a conseqüència de l'exposició al MIC. Avui en dia, més de 120.000 persones segueixen patint malalties causades directament per l'exposició al MIC o per la contaminació causada per la indústria UCIL. Encara que la producció de plaguicides a la planta es va parar després de la catàstrofe el 1984, la indústria no es va desmantellar mai i la zona no s'ha descontaminat degudament.³

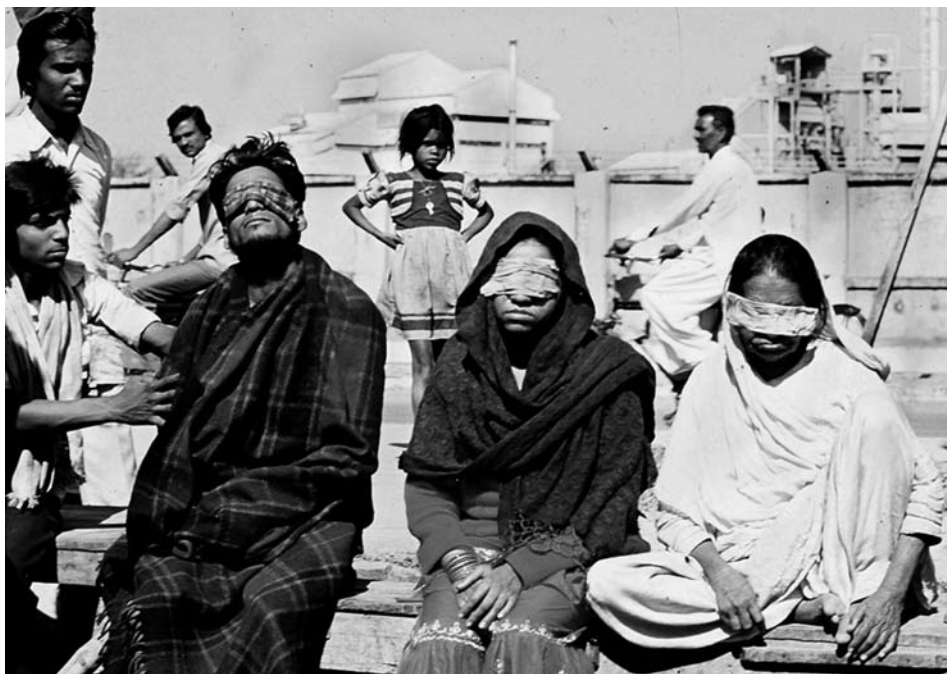
A l'empresa UCIL, el MIC s'emmagatzemava en dipòsits d'acer per a la fabricació dels plaguicides carbamats. El desastre va ser causat per l'entrada d'aigua en el tanc 610, que contenia MIC. La reacció exotèrmica entre l'aigua i el MIC va transformar el líquid en vapor, cosa que va generar calor i pressió suficients per esbotzar el dispositiu de ventilació. El vapor de MIC es va dispersar per l'atmosfera i, com que és un gas més dens que l'aire, va descendir a les zones amb una cota d'alçada més baixa i alhora les zones més densament poblades; les persones es van despertar amb sensació d'asfíxia i irritació ocular. Malauradament, la major part de les imatges d'aquest desastre són massa desagradables com per adjuntar-les. La imatge 1 mostra algunes de les víctimes que van perdre-hi la vista (Sambhava Clínica Fiduciari, 2009).

A la planta de Bhopal UCC ja s'havien produït nombrosos accidents abans de la tragèdia del 1984: eren senyals d'alerta que es van ignorar. Durant els quatre anys anteriors n'hi van haver almenys sis de greus, incloent-hi un al 1982 que

3. Per ampliar informació es pot consultar: Sambhava Clínica Fiduciari, 2009; Willey *et al.*, 2005; Bisarya i Puri, 2005; o bé visitar <<http://bhopal.org>> (vegeu-ho tot a la bibliografia del final d'aquest article).

va tenir com a conseqüència la mort d'un treballador. La resta del personal no va ignorar els fets, i es van publicar una sèrie d'articles a la premsa local advertint de la catàstrofe imminent. No obstant això, ni la direcció ni les autoritats civils van prendre mesures per analitzar la situació i per evitar futurs accidents (García, 2002).

El llegat de Bhopal va deixar empremta no només en el marc polític, sinó també en aspectes com ara les pràctiques recomanades i directrius d'operació desenvolupades per les associacions industrials i les organitzacions professionals. Posteriorment a l'accident de Bhopal, es van iniciar tot un seguit d'actuacions legislatives i de reglamentació per implementar un sistema nacional que previngui aquesta mena d'incidents. El primer pas va ser la Llei de Protecció Ambiental del 1986, amb l'objectiu de protegir el medi ambient mitjançant la prevenció d'incidents greus. La Llei permet actuar activament en cas que una instal·lació sigui responsable de qualsevol violació de la llei. El 1980, el programa, conegut com a *Responsible Care*, es va expandir per tot el món i es va desenvolupar al Canadà per mitjà de la Canadian Chemical Producers Association (CCPA). Els Estats Units el van introduir mitjançant l'American Chemistry Council (ACC) vuit anys després que l'incident de Bhopal despertés la consciència pública sobre el possible impacte de la indústria química en el medi ambient i les comunitats veïnes (Sam Brollen *et al.*, 2005).



Imatge 1. Víctimes que van perdre la vista a l'accident de la fàbrica d'Union Carbide, a Bhopal (Boston Globe, 2009).

2.2 BUNCEFIELD

El diumenge 11 de desembre de 2005 al voltant de les sis del matí, es van produir una sèrie d'explosions a la zona d'emmagatzematge de petroli de Buncefield a Hemel Hempstead, Hertfordshire, Regne Unit. Una de les explosions inicials va ser de proporcions massives i va provocar un gran incendi que va cremar més de vint tancs d'emmagatzematge de combustible. L'accident va causar quaranta-tres persones ferides, cap de gravetat. No hi va haver víctimes mortals. Es van produir danys importants a les instal·lacions comercials i residencials del voltant i gran part de la zona dels voltants dels dipòsits es va haver d'evacuar mitjançant els serveis d'emergència. Prop de dues mil persones van ser evacuades. Els danys totals es van quantificar en 1,5 bilions de dòlars.

El foc va cremar durant diversos dies, va destruir la major part de les instal·lacions i, emetent grans núvols de fum negre a l'atmosfera, els gasos es van dispersar cap al sud d'Anglaterra i altres zones. Per controlar el foc, es van utilitzar grans quantitats d'escuma i aigua, tot i el risc de contaminar els cursos d'aigua subterranis i el sòl. Els serveis d'emergència (principalment el Servei d'Incendis i Salvament i la policia) van liderar la resposta inicial a l'incident i les conseqüències posteriors. L'incident també va ocasionar danys als habitatges propers: algunes cases van patir danys estructurals significatius i diverses famílies van haver d'allotjar-se en altres llocs de forma temporal mentre es reparaven les seves cases. Com a mínim tres-centes cases van patir danys menors (Buncefield Major..., 2008).

Una explosió es pot produir quan un núvol de gas s'encén dins d'un volum reduït, com un edifici. A mesura que la flama es propaga a través del núvol de gas, es produeixen reaccions exotèrmiques que creen residus derivats de la combustió. El confinament impedeix l'expansió d'aquests residus de la combustió i, en conseqüència, la pressió augmenta. En general, això continua fins que l'estructura cedeix, en alguns casos de forma catastròfica. Aquest mecanisme no explica el tipus d'explosió que va haver-hi a Buncefield ja que el núvol de gas inflamable no estava confinat. Es coneix que va haver-hi dues «explosions confinades», però aquests successos per si sols no justifiquen les dimensions de l'explosió massiva.

Hi ha dues formes conegudes per provocar una explosió amb un núvol de gas relativament dissipat. Una d'elles és la deflagració, és a dir quan la flama s'accelera a gran velocitat, cosa que requereix un mecanisme per generar l'acceleració de la flama. S'ha demostrat en experiments a gran escala que és possible mitjançant les turbulències generades per la propagació de la flama a través de les canonades típiques d'una planta de procés. En el cas de Buncefield, aquesta congestió de canonades no estava present de forma prou significativa i encara menys en les zones on l'explosió va provocar altes pressions. És possible que els arbres i les males herbes que hi havia al llarg d'ambdós costats de la instal·lació de Buncefield actuessin com a acceleradors de la flama d'una manera similar a les zones de les plantes de procés congestionades per canonades. La segona forma és una detonació que, per les seves característiques, pot ser molt més destructiva. Pot sorgir de la fusió d'una forta ona expansiva i una reacció química d'alta velocitat. Aquests dos fenòmens



Imatge 2. Instal·lació de Buncefield el dia que es va iniciar l'incendi (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2008).



Imatge 3. Zona afectada de Buncefield (Buncefield Major Incident Investigation Board, 2008).

units poden provocar una propagació més ràpida que la velocitat del so i produir sobrepressions a la part davantera superiors als 10 bars. També pot sorgir de les altes temperatures i la pressió generades per una deflagració molt ràpida o d'una ona expansiva combinada amb una barreja molt reactiva que es propaga de forma molt focalitzada. Una possibilitat que es va considerar és que la detonació s'iniciés a causa de la ventilació provocada per una de les explosions confinades. Però a Buncefield tampoc hi havia proves clares que es produïssin detonacions localitzades (Johnson, 2010).

2.3 ENSCHEDE

El dissabte 13 de maig del 2000 a la tarda, es va produir un accident greu en una fàbrica de focs artificials a la ciutat holandesa d'Enschede (cent cinquanta mil habitants) que va destruir tot un barri. L'incident generalment es coneix com el desastre de la fàbrica SE-Fireworks a Enschede, pel nom de l'empresa de focs artificials: SE-Fireworks. Va canviar la vida de més de dues mil persones que vivien a la zona del desastre que ocupa aproximadament dos quilòmetres quadrats de la ciutat.

L'incident va començar amb un petit incendi dins les instal·lacions de SE-Fireworks Company que va donar lloc a una sèrie d'explosions que van provocar una explosió de gran potència. Les primeres explosions dels focs artificials van atraure un nombre elevat de públic als carrers de la ciutat. Aquesta va ser, més tard, la causa d'algunes morts addicionals degudes a la curiositat de la població, però al mateix temps va salvar la vida de les persones que d'altra manera haguessin mort sota els edificis esfondrats per l'explosió final. En total van morir vint-i-dues persones, més de nou-centes seixanta van resultar ferides i més de sis-cen-



Imatge 4. Vista de la catàstrofe d'Enschede. (Stedenbouw&Architectuur, 2010).

tes cases, quaranta botigues i seixanta fàbriques de mida petita es van esfondrar, cremar o simplement desplaçar per la gran explosió. El cost dels danys s'estima que va ser superior a mig bilió d'euros.

Poc després del desastre el govern nacional, juntament amb la província d'Overijssel i el municipi d'Enschede, es van comprometre a iniciar una investigació independent. L'informe final d'aquesta comissió es va publicar el febrer de 2001 i va concloure que l'empresa, el govern local d'Enschede i el govern nacional van ser tots responsables i que els dispositius de protecció contra l'accident no van funcionar.

La comissió es va adonar que l'empresa emmagatzemava més material pirotècnic del que tenia autoritzat. D'altra banda, la major part del material era d'una classe molt superior a la que les normes ambientals vigents permetien. La comissió també va criticar l'administració municipal encarregada de l'ordenació del territori per la seva gestió inadequada i per l'absència de seguiment envers els projectes nous proposats. L'empresa s'havia ampliat sense llicència d'obres. El pla sobre l'ús del territori de 1986 i el de 1996 a Enschede Nord no permetien a la companyia expandir-se.

El desastre d'Enschede va estimular el debat públic sobre la prevenció de desastres i la necessitat d'aplicar de forma efectiva normes sobre incendis i seguretat. Molts municipis i províncies van començar a registrar les instal·lacions que contenien substàncies perilloses i van anunciar iniciatives per intensificar les inspeccions de les indústries perilloses. Es va detectar la necessitat d'establir plans municipals de control de desastres i es van iniciar investigacions sobre l'emplaçament de magatzems que contenien material pirotècnic i altres substàncies potencialment perilloses a prop de les zones urbanes. També es va fer una revisió de les funcions i responsabilitats de les diferents autoritats i organismes d'assessorament competents en la matèria de la concessió de llicències ambientals.

Els governs locals, després de la catàstrofe a Enschede, van anunciar que les companyies, especialment les que tenen instal·lacions industrials o manipulen substàncies perilloses, estarien sotmeses a un control més estricte i a una legislació més severa. El govern nacional, d'altra banda, també va crear un nou decret per regular aspectes sobre la importació, emmagatzematge, producció i comercialització de material pirotècnic. Aquest decret també estipulava que la distància entre les zones residencials i recreatives i els magatzems de pirotècnia havia de ser com a mínim de vuit-cents metres. Aquesta zona de seguretat havia de proporcionar una protecció considerable. El juliol de 2002 es va prendre la decisió de concentrar l'emmagatzematge del material pirotècnic a només dos zones: una al nord i una altra al sud del país (Voogd, 2004).

2.4 EXPLOSIÓ DE LA PLANTA AZF A TOLOSA

A les 10.15 h del 21 de setembre de 2001, es va produir una enorme explosió a la fàbrica de fertilitzants de l'empresa Grande Paroisse, situada a uns 3 km de la ciutat de Tolosa a França. L'explosió es va mesurar en l'escala de Richter amb 3,4 graus i va deixar un cràter de 65m x 54m x 8m. Hi van morir trenta-una persones



Imatge 5. Vista de la planta química AZF després de l'explosió (Taveau, 2010).



Imatge 6. Estat de l'empresa AZF i la ciutat veïna de Tolosa (Dechy *et al.*, 2004).

(vint-i-una a la fàbrica i deu a l'exterior) i va causar-ne tres mil de ferides. L'explosió va destruir les botigues, les finestres dels cotxes i va arrencar les portes de les frontisses al centre de la ciutat. Més de cinc-centes cases es va quedar inhabitable. Els danys generals van estimar-se en tres bilions de dòlars.

Diferents autoritats han dut a terme diverses investigacions. Tanmateix, encara hi ha controvèrsia entre la justícia, l'empresa i els mitjans de comunicació sobre les causes directes de l'explosió. Les investigacions sobre l'explosió d'AZF van posar de manifest que el seu origen no va ser ni el foc ni una primera explosió seguida de la gran explosió final. Els estudis es van centrar a revisar el nivell de contaminació en la descomposició del nitrat d'amoni i, en particular, la incompatibilitat química. Es poden produir reaccions perilloses en nitrat d'amoni i productes com: compostos halogenats (especialment si contenen clor); combustibles o materials orgànics i metalls especialment en contacte amb nitrat d'amoni fos (Dechy *et al.*, 2004).

Aquest accident va destapar algunes deficiències en l'ordenació del territori (la proximitat dels habitatges i la falta de comunicació amb els habitants) i en el control dels riscos (escenari d'accident no tingut en compte en l'informe de seguretat, gestió ineficaç dels subcontractistes). Arran d'aquest desastre, els documents sobre planificació de l'ús del sòl i anàlisi de riscos en els informes de seguretat es van revisar per complet. Abans del 2003, només els escenaris més greus s'estudiaven sense fer avaluació quantificada de la probabilitat. El 30 de juliol de 2003 es va aprovar una nova llei (Parlament francès, 2003), que va establir que s'investiguessin tots els escenaris possibles i que s'avalués la probabilitat dels fenòmens perillosos resultants, per poder demostrar un nivell acceptable de seguretat. Així doncs, en l'actualitat qualsevol accident s'analitza des d'una perspectiva global, d'acord amb la seva gravetat i la seva probabilitat (Taveau, 2010).

Després del 21 de setembre, mil cinc-cents setanta bombers i militars i nou-cents cinquanta policies van participar en la resposta a l'emergència i van dur a terme la vigilància dels habitatges. El problema va ser que van arribar-hi sense cap pla i que el contacte per les línies de telèfon terrestres no era possible ja que s'havia destruït parcialment el sistema, i la xarxa de telefonia mòbil estava saturada. En aquesta mena de situacions, l'experiència dels incendis forestals hauria d'haver ajudat a organitzar l'arribada de petits grups de vehicles. El pla d'emergència interior i exterior no estaven preparats per a aquest escenari i la seva gravetat. La formació prèvia va ajudar els bombers entre altres a tenir un comportament adequat. No obstant això, els bombers que van arribar-hi primers no estaven protegits amb l'equip adequat contra el núvol tòxic ni amb dispositius per detectar gasos tòxics.

La tendència dels accidents greus, segons les dades enregistrades en el MARS (Major Accident Reporting System) a la Unió Europea, ens diu que es produeixen aproximadament de trenta a quaranta accidents greus a l'any en tota la UE. Així doncs, una conclusió és que controlar els perills d'accidents greus mitjançant la reducció del risc a la indústria no és suficient per promoure un desenvolupament sostenible de la indústria i les zones urbanes sense planificació territorial (LUP) en les pròximes dècades. Una altra conclusió és que les directives Seveso I i

El tenen els seus límits i que va ser una sorpresa impactant per a una part de l'opinió pública, ja que tenien la creença de viure envoltats d'un «risc zero». Dos setmanes després de la catàstrofe de Tolosa, es van fer diverses declaracions al Parlament Europeu. Van demanar, en el context del desenvolupament sostenible (seguretat, ocupació i medi ambient), una nova gestió del risc.

Els productes basats en nitrat d'amoni es van classificar a Europa, d'acord amb la Directiva Seveso II (96/82/CE), en dues categories diferents en funció del risc d'explosió que presentés (fertilitzants i qualificacions tècniques). L'actualització de la Directiva Seveso II es va modificar creant dues categories noves: materials «no especificats» (nitrat d'amoni sense classificar), tenint en compte la lliçó apresada en l'explosió de Tolosa, i fertilitzants amb base nitrat d'amoni, a causa d'altres accidents dins la UE provocats per la descomposició autoalimentada.

L'accident també va deixar veure que la població no estava informada de forma eficient i les enquestes sobre l'opinió pública a Toulouse confirmen aquesta manca de transparència en l'accident (Dechy *et al.*, 2004).

3. ESTAT DE LA QÜESTIÓ A LA UE

En l'entorn europeu, qualsevol intent d'establir directrius sobre la planificació de l'ús del sòl sempre ha de tenir en compte la legislació nacional significativament diferent que hi ha entre els diferents Estats membres i les pràctiques que s'utilitzen (Christou *et al.*, 1999).

En els últims deu anys, a causa de la independència dels Estats membres en relació amb l'aplicació de l'article 12 de la Directiva Seveso, la major part dels Estats membres han desenvolupat el seu propi mètode i procediment sense fer cap referència a principis bàsics comuns. La qüestió del «risc en l'ordenació del territori» té, per tant, un caràcter estrictament nacional (Prou *et al.*, 2008).

3.1 MÈTODES PER A L'AVALUACIÓ DEL PERILL O RISC I LA SELECCIÓ DELS ESCENARIS

Com ja hem esmentat, cada país té les seves pròpies guies sobre LUP en les proximitats a instal·lacions industrials perilloses. No obstant això, en els darrers anys, s'han desenvolupat diferents mètodes i llindars de tolerància en els països europeus, complint amb els requisits Seveso II sobre LUP. En general, s'apliquen dues metodologies d'avaluació de riscos en l'ordenació del territori: una basada en les conseqüències, l'altra basada en el risc. S'han desenvolupat altres mètodes, però són una barreja o un derivat d'aquests dos mètodes principals (Sèus *et al.*, 2010).

En termes generals, l'enfocament «basat en les conseqüències» es centra en l'avaluació de les conseqüències d'una sèrie d'escenaris possibles, i l'enfocament «basat en el risc» es centra en l'avaluació tant de les conseqüències com de la probabilitat d'ocurrència dels escenaris possibles. Per a una instal·lació determinada, l'enfocament «basat en les conseqüències» mostrarà l'àrea afectada segons si els danys són letals o greus com a resultat de l'escenari avaluat, mentre

que l'enfocament «basat en el risc» mostrarà una zona on hi ha una probabilitat determinada d'un nivell específic de dany segons un gran nombre d'escenaris d'accident possibles (Christou *et al.*, 1999).

També hi ha un altre mètode comú que pot ser considerat com una subcategoria del mètode orientat cap a les conseqüències (Prou *et al.*, 2008) o distingit com un tercer enfocament, que consisteix en la determinació de distàncies de seguretat «genèriques» en funció del tipus d'activitat que es porta a terme, en lloc d'una anàlisi detallada de la instal·lació en qüestió. Aquestes distàncies de seguretat, en general, provenen de l'opinió d'experts i es basen principalment en raons històriques, l'experiència sobre el funcionament d'instal·lacions semblants, o l'impacte ambiental de la planta (Christou *et al.*, 1999).

3.1.1 Enfocament quantitatiu basat en el risc (orientat cap al risc)

S'han utilitzat diversos noms per caracteritzar el mètode d'avaluació del risc implícit en aquest enfocament, com Probabilistic Risk Assessment (PRA), Probabilistic Safety Analysis (PSA), i Quantified Risk Assessment (QRA). El propòsit aquí no és només avaluar la gravetat dels accidents potencials, sinó també estimar la probabilitat d'ocurrència. En general, els mètodes utilitzen eines sofisticades i, per tant, més lentes i cares de fer servir. La crítica també ha comentat les incerteses que té associades, com ara les relacionades amb les freqüències d'ocurrència que s'assignen a alguns esdeveniments iniciadors.

En l'enfocament orientat cap al risc es solen calcular dos elements:

- a) el risc individual, que es defineix com la probabilitat de morir a causa d'un accident a la instal·lació i que una persona es trobi en una zona concreta;
- b) el risc social (*societal risk*), definit per a diferents grups de persones com la probabilitat d'ocurrència d'un accident que provoqui una quantitat de morts més gran o igual que una xifra concreta.

El risc individual sol representar-se amb les corbes de risc, mentre que les corbes de freqüència-nombre de morts (FN) són una representació del risc social (Christou *et al.*, 1999).

En algunes classificacions, també hi ha el mètode semiquantitatiu, que divideix els elements principals (probabilitat d'ocurrència i conseqüències) en dues opcions de descripció diferents, qualitatives o quantitatives (Prou *et al.*, 2008).

3.1.2 Enfocament basat en els efectes o orientat cap a les conseqüències

L'enfocament basat en les conseqüències (a vegades s'utilitza el terme «enfocament determinista») avalua les conseqüències dels accidents possibles. Aquest mètode només avalua l'abast de l'accident, i no la probabilitat de la seva ocurrència. La crítica del mètode radica en la dificultat que hi ha per escollir els accidents més bàsics.

Com ja hem dit, també hi ha un enfocament, que estableix unes distàncies de seguretat «genèriques», que es pot considerar com una subcategoria del mètode

orientat cap a les conseqüències basat en el principi que els usos del territori no són «compatibles» entre si s'han de separar mitjançant distàncies de seguretat. La mida de la zona de separació depèn només del tipus d'activitat industrial o de la quantitat i tipus de substàncies perilloses presents. Per tal de donar suport a l'aplicació de la metodologia, s'han elaborat una sèrie de taules que classifiquen les indústries en categories (Christou *et al.*, 1999).

3.1.3 Selecció d'escenaris i accidents greus

En els principis d'orientació sobre planificació territorial, «l'escenari» que s'utilitza per a l'anàlisi sobre riscos es defineix com:

- a) *esdeveniment important*, que majoritàriament és una fuga o un vessament d'un producte;
- b) *fenomen perillós*, com pot ser un incendi, una explosió o un núvol tòxic (Prou *et al.*, 2008).

Els accidents greus estan associats amb la presència d'incendis, explosions o emissions atmosfèriques de materials perillosos. Un accident també pot involucrar més d'un d'aquests fenòmens: una explosió pot transformar-se en un incendi, un incendi pot causar l'explosió d'un dipòsit i una explosió pot provocar un núvol tòxic. El 47% dels accidents greus a les plantes de procés i en el transport de materials perillosos es deuen a incendis, el 40% a causa d'explosions i el 13% a causa de núvols de gas.

Els accidents amb incendi es poden classificar segons les categories següents:

- a) incendi de piscina,
- b) incendi de dipòsit,
- c) dard de foc,
- d) combustió espontània,
- e) bola de foc.

Les explosions s'associen als accidents greus que inclouen fenòmens mecànics i es produeixen quan hi ha un ràpid augment del volum a causa de l'expansió d'un gas o de vapor, la vaporització sobtada d'un líquid (explosions físiques), o una reacció química ràpida (sovint de combustió). Les explosions poden ser classificades en les següents categories:

- a) explosió de núvol de vapor,
- b) explosió de dipòsit i BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosions*), i
- c) explosió de pols.

L'alliberament d'un material tòxic pot produir un núvol tòxic. Depenent de la densitat del núvol (més pesat que l'aire o amb una densitat igual o inferior a la de

l'aire) i de les condicions meteorològiques, el núvol es dispersa ràpidament cap a l'atmosfera o es desplaça a prop del terra a la mateixa velocitat que el vent.

Els accidents greus que poden ocórrer en instal·lacions industrials o durant el transport de materials peril·losos solen estar relacionats amb una fuga o un vessament de producte. El motiu de la fuga o vessament pot ser un impacte, per defecte d'una peça o un equip (un tub o tanc), pels efectes de la corrosió, un error humà durant una operació de càrrega o descàrrega, o per altres factors. El vessament o fuga pot ser també una conseqüència de l'accident en si, per exemple, en el cas de l'explosió d'un tanc a pressió (Casal, 2008).

3.2 PANORAMA ACTUAL A LA UE

La Directiva Seveso, que ja s'aplica a molts Estats membres europeus, obliga un nombre important d'indústries de procés (incloent-hi refineries, instal·lacions de producció de substàncies químiques i dipòsits de gas líquid de petroli) que realitzin estudis de seguretat, i també obliga les autoritats competents que facin plans d'emergència i creïn polítiques d'ús del territori sobre la base dels resultats d'aquests estudis, per tal de protegir la població i el medi ambient. Per raons històriques, geogràfiques, econòmiques, socials i polítiques, hi ha grans diferències en la forma com els diferents països regulen la ubicació d'instal·lacions peril·loses i controlen el desenvolupament de les zones urbanes a les proximitats de les instal·lacions industrials existents. S'han elaborat diferents mètodes i l·lindars de tolerància als països europeus, per complir els requisits de la normativa Seveso II en relació amb LUP. En aquest apartat, s'explica breument les estratègies sobre planificació territorial utilitzades actualment a la UE, en concret als països següents: França, Alemanya, Itàlia, Països Baixos i Regne Unit (Papazoglou *et al.*, 1998).

3.2.1 França

França té dos-cents anys d'història sobre normes de prevenció de riscos relacionades amb les instal·lacions peril·loses (Prou *et al.*, 2008). Durant els darrers quinze anys, a França, s'han tingut en compte clàssicament tres aspectes per prevenir els accidents industrials: reduir el risc en el seu origen; limitar els efectes en cas d'accident (mitigació), i protegir l'exterior de les seves conseqüències (en l'actualitat reduir la vulnerabilitat). En l'actualitat, es distingeixen dos eixos en la gestió dels riscos a França: l'abans i el després de l'explosió d'AZF a Toulouse.⁴

El Ministeri francès de Medi Ambient va elaborar guies per aplicar la nova metodologia de l'anàlisi de riscos, que es descriuen en un document anomenat «Principis generals per a l'elaboració d'informes de seguretat». Després d'una descripció de l'entorn de la instal·lació i d'una descripció dels processos i dels equips, els informes de seguretat han de seguir aquesta pauta:

4. Vegeu l'article de Merad i Dechy més endavant, en aquest mateix dossier.

- identificació dels perills,
- classificar els perills principals,
- reduir els riscos principals,
- aprendre dels accidents,
- anàlisi preliminar de riscos,
- anàlisi detallada del risc,
- avaluació de la intensitat dels fenòmens perillosos,
- avaluació de la probabilitat de fenòmens perillosos,
- determinació de les conseqüències potencials per a les persones,
- classificació dels escenaris segons la classificació nacional.

A continuació es dona el significat d'alguns termes utilitzats pel Ministeri francès de Medi Ambient a les guies:

- gravetat: és la combinació de dos paràmetres: la intensitat dels efectes i el nombre de persones presents a cada una de les zones de perill a l'exterior de la instal·lació;
- probabilitat: la freqüència amb què un accident pot ocórrer durant la vida d'una instal·lació; es pot avaluar quantitativament i qualitativament;
- diagrama dual: combinació per un costat d'un arbre d'errors, i per l'altre un arbre d'esdeveniments;
- acceptabilitat del risc: definició d'una matriu nacional d'acceptabilitat del risc per a les instal·lacions d'alt risc;
- PRPT (*technological risk prevention plans*): l'objectiu del PRPT és protegir la població a través de la reducció del risc en l'origen o adoptant mesures com ara de protecció, sobre construcció, sobre l'ordenació del territori, restringint l'ús del territori, etc.

Avui en dia el Ministeri francès de Medi Ambient, en general, utilitza mètodes orientats al risc tant d'avaluació probabilística quantitativa com d'avaluació probabilística semiquantitativa. Sembla que encara hi ha molta feina per harmonitzar els mètodes probabilístics d'avaluació, principalment a causa de la manca de dades precises (Taveau, 2010).

Fins fa poc, França ha estat considerada com un exemple típic de la metodologia basada en les conseqüències. No obstant això, la legislació francesa pel que fa a la regulació sobre l'ordenació del territori es va revisar per complet després de l'accident de Tolosa. En general, França va adoptar un enfocament híbrid que combina una metodologia basada en les conseqüències per determinar les zones que corresponen als llindars de danys elevats, i un enfocament basat en els riscos per determinar els escenaris d'accident (Sèus *et al.*, 2010).

3.2.2 Alemanya

Alemanya és un país federal compost per setze Estats. L'ordenació del territori està regulada pels estatuts d'àmbit federal i estatal. La llei federal determina les

normes per a la concessió de llicències per a instal·lacions i activitats potencialment contaminants o perilloses.

El 2005 es va publicar la guia SFK/TAA-GS-1, que dona recomanacions sobre planificació territorial o LUP, en particular sobre les distàncies de separació entre els establiments dins el Decret alemany d'accidents greus i les zones que requereixen protecció.

L'avaluació probabilística del risc que es duu a terme als Països Baixos i al Regne Unit no té un ús equivalent a Alemanya, ja que el mètode utilitzat generalment està basat en les conseqüències. En casos excepcionals, s'apliquen diferents eines, per exemple, l'avaluació probabilística. El mètode utilitzat normalment (conseqüències) fa referència a escenaris preseleccionats que siguin «greus i creïbles» o «escenaris representatius».

3.2.3 Itàlia

A Itàlia, l'ordenació sobre l'ús del territori (LUP) es basa en quatre etapes diferents regulades per la Llei Nacional Urbana, que estableix principis de guia i especifica les diferents funcions de les autoritats regionals, provincials i municipals. A causa de l'estructura de tres nivells que utilitza el govern italià (regions, províncies i municipis), el procediment per a la concessió de llicències el porten a terme les autoritats regionals (responsables dels establiments de nivell inferior) i el Comitè Tècnic Regional (responsable dels establiments de nivell superior) (Prou *et al.*, 2008).

Itàlia ha adoptat un criteri híbrid que té en compte la freqüència, com un factor de mitigació dins les zones de dany; aquestes zones s'identifiquen gràcies a una metodologia basada en les conseqüències. Els valors sobre la freqüència de cada escenari es consideren com a factors atenuants de les restriccions del LUP i no s'utilitzen per analitzar el risc individual ni el risc social (Sèus *et al.*, 2010).

3.2.4 Països Baixos

La Directiva Seveso II s'aplica a la legislació holandesa mitjançant el Dutch Major Hazards Decree (BRZO) i el Dutch Public Safety Decree (BEVI). El BRZO es centra en la gestió de les instal·lacions perilloses. En canvi el BEVI regula els usos del sòl al voltant de les instal·lacions perilloses, és a dir, la regulació de la seguretat externa (Prou *et al.*, 2008).

Als Països Baixos, per permetre la construcció d'una instal·lació nova es requereix una Avaluació Quantitativa del Risc (AQR) completa, així com si es volen fer modificacions en una instal·lació ja existent. El paper de coordinar els assumptes de seguretat externs el té assignat el Ministeri de Medi Ambient, Ordenació del Territori i Habitatge, que va decidir establir External Safety Directorate com un organisme d'aplicació específica.

Pel que fa a la metodologia d'avaluació de riscos, l'enfocament neerlandès es basa en tres principis rectors:

- la quantificació del risc a través d'un enfocament analític basat en les probabilitats;
- l'avaluació del risc individual i la definició dels llindars d'acceptabilitat;
- l'avaluació del risc social.

L'últim pas implica calcular i representar un diagrama amb corbes de nivell sobre la localització dels riscos i un diagrama del risc social.

A més, al voltant de l'emplaçament d'una instal·lació es poden implementar distàncies de seguretat. Aquestes distàncies de seguretat la major part de les vegades es basen en un estudi dels riscos genèrics segons el tipus d'instal·lació, en combinació amb els criteris d'acceptabilitat del risc. Per als establiments químics de grans dimensions, aquest enfocament no funciona, ja que la complexitat de la indústria no permet determinar una distància de seguretat genèrica. En aquests casos, els paràmetres de risc per poder instal·lar la indústria es calculen de forma específica. A continuació, el risc quantificat constitueix la base per autoritzar la construcció de la instal·lació i per regular el territori al voltant de la planta industrial.

La política holandesa sobre seguretat externa es basa en una metodologia de gestió dels riscos que implica l'avaluació quantitativa dels riscos i l'avaluació amb criteris quantitatius de la tolerabilitat. L'experiència harmonitzant de les polítiques que es porten a terme en les diferents activitats que intervenen sobre substàncies perilloses és molt positiva des d'un punt de vista de l'eficiència i la transparència. Per facilitar l'aplicació de les polítiques de seguretat basades en el risc a les instal·lacions de mida mitjana —com, per exemple, una estació de servei/gasolinera o una unitat de refrigeració d'amoniac—, es poden implementar les mesures de seguretat estàndards de les taules de distàncies de seguretat. També s'estan aplicant amb gran eficàcia instruments similars desenvolupats per la gestió del risc derivat del transport de substàncies perilloses (Bottelberghs, 2000).

El *Purple Book* descriu el mètode que s'ha de dur a terme per calcular l'AQR en compliment de la normativa dels Països Baixos i descriu de forma general els diferents punts de partida juntament amb dades generals. La guia compta amb un mètode per seleccionar les instal·lacions que s'han d'incloure en l'AQR, un seguit d'escenaris predeterminats sobre vessaments o fuites, un conjunt de valors que s'han de fer servir per defecte i que s'utilitzen en el càlcul de la dispersió i els efectes d'un gas, i conté una guia sobre com presentar dels resultats (Uijt de Haag *et al.*, 2001).

3.2.5 Regne Unit

Al Regne Unit, el Health and Safety Executive (HSE) assessora les autoritats locals de planificació sobre l'emplaçament de les instal·lacions que comporten riscos importants incloent infraestructures com els oleoductes, també controla els habitatges i altres edificacions properes. El HSE es basa en una AQR per establir una distància de consulta al voltant de cada instal·lació amb perills greus i aconsella sobre els possibles riscos sobre les persones dins la

zona, de manera que aquests riscos es poden tenir en compte a l'hora de prendre decisions sobre planificació (Brazier i Greenwood, 1998).

Des de 1972, al Regne Unit s'ha legislat en matèria de planificació local per obligar les autoritats competents en aquest àmbit a obtenir assessorament del HSE sobre les implicacions en seguretat associades a la construcció en zones amb un risc químic elevat.

El HSE assessora les autoritats competents en matèria de planificació sobre les sol·licituds per construir al voltant de zones amb un risc d'accident elevat o per les quals passen subministraments d'aigua, gas... El HSE també aconsella les autoritats sobre les sol·licituds per utilitzar noves substàncies perilloses, per poder construir noves plantes perilloses, per permetre la modificació d'una instal·lació de risc o per traçar noves rutes de subministraments perillosos.

El mètode que es feia servir ha estat substituït per un nou sistema conegut com PADHI (Planning Advice for Developments near Hazardous Installations), que s'ha proveït a les autoritats competents com un programa informàtic que proporciona assessorament.

El nou sistema no avalua la situació real que comporta un canvi gradual en el risc i la distància, però és una manera pragmàtica de generar un assessorament oportú (té la intenció de dictar resolucions en línies generals semblants a les del sistema anterior, que siguin coherents al Regne Unit i que permetin un ús més eficaç dels recursos del HSE. Així doncs, el nou mètode pot ser vist com un desenvolupament del sistema anterior, més que un reemplaçament.

L'assessorament del HSE es basa en una avaluació dels riscos residuals cap a les persones emplaçades al voltant de la instal·lació d'alt risc. El risc residual és el risc sobrant després que l'empresari hagi complert tots els requisits de la llei (tenint en compte que la llei no requereix que el risc sigui zero). El concepte de risc residual també reconeix que un descens de la vigilància en una instal·lació que normalment compleix la llei pot comportar un accident. A l'efecte de donar assessorament en matèria de planificació d'ús del sòl, el HSE defineix una distància de consulta, dins de la qual es diferencien generalment tres zones (interna, mitjana i externa) que emmarquen totes les àrees de perill.⁵

Les avaluacions sobre LUP al voltant de les plantes són portades a terme mitjançant l'anàlisi de riscos elaborat pel HSE. S'utilitzen diferents mètodes, depenent de la situació específica i les substàncies. En general, els consells relacionats amb les emissions tòxiques es basen en unes anàlisis del risc, mentre que en el cas de la radiació tèrmica i les explosions l'enfocament utilitzat es basa en les conseqüències. En el primer cas, les distàncies de seguretat s'instauen contra la probabilitat de rebre almenys una dosi perillosa; en el segon, les distàncies de seguretat s'instauen segons els nivells de radiació tèrmica que s'emetrien en cas d'accident. Els criteris utilitzats per determinar la probabilitat de patir aquests efectes estan orientats tant cap a l'individu com cap al risc social.

5. Vegeu l'article de Madison d'aquest mateix dossier.

3.2.6 Visió general de la situació a la UE

El quadre 1 mostra una visió breu de les accions sobre LUP portades a terme a la Unió Europea el 1999 i en el quadre 2 les accions sobre LUP al 2010. La comparació d'aquestes dues taules aclareix els canvis i l'evolució en l'última dècada a la Unió Europea. La taula 3 també mostra la comparació dels reglaments sobre LUP en els diferents països europeus, incloent-hi Catalunya.⁶

Quadre 1. Breu descripció de les pràctiques sobre ordenació del territori utilitzades a la Unió Europea el 1999 (Christou *et al.*, 1999)

País	Distàncies de seguretat genèriques	Metodologia basada en les conseqüències	Metodologia basada en el risc	Regulació sobre LUP	S'estan desenvolupant mètodes de gestió
Àustria					X
Bèlgica		X (Wallon)	X (Flemish)		X
Dinamarca					X
Finlàndia		X			
França		X		X	
Alemanya	X	X		X	
Grècia					X
Irlanda					X
Itàlia					X
Luxemburg		X		X	
Holanda			X	X	
Portugal					X
Espanya		X			X
Suècia	X	X			X
Regne Unit			X	X	

Quadre 2. Panorama de les pràctiques d'ordenació del territori utilitzades a la Unió Europea el 2010

País	Metodologia basada en el risc	Metodologia basada en les conseqüències
Àustria		X
Bèlgica		X
Finlàndia		X
França	X	X
Alemanya		X
Itàlia	X	X
Luxemburg		X
Holanda	X	
Espanya		X
Suècia		X
Regne Unit	X	

6. Per aprofundir més en aquest tema es pot consultar el llibre publicat recentment per l'Institut de Seguretat Pública de Catalunya: *La investigació d'incendis i explosions* (octubre de 2010).

Quadre 3. Comparativa sobre la planificació urbanística al voltant dels establiments amb risc d'accident greu als diferents països europeus (Tost, 2010)

PAIS	METODOLOGIA	HIPOTESIS D'ACCIDENTS	VALORS DE LLINDARS DE REFERENCIA	CRITERIS D'ACCEPTACIÓ	ELEMENTS VULNERABLES	TRACAMENT DE SITUACIONS EXISTENTS/ ACCEPTABLES/ TERMINIS PREVISTOS	TRACAMENT AG ESTABLIMENT AG NIVELL BAIX
FRANÇA	Mixta (determinística/ probabilística)	Extracte de les de l'Etude de Surêté ¹	Dosis letals (5 % i 1 %) Efectes Irreversibles (SEI) Dosis letals.	Zones d'explosió i forçosa, dret d'abandon i preempció ²	NO	SI S'estima en una generació (30 anys) el termini necessari per "regularitzar" les situacions existents no adients.	NO
REGNE UNIT	AQR	Extracte de les del Safety Report ³	Dosis letals.	Risc individual: 10 ⁻⁴ i 10 ⁻³ /any.	SI	NO	NO
HOLANDA	AQR	Purple Book ⁴	Dosis letals.	Risc individual: 10 ⁻⁴ i 10 ⁻³ /any	SI	SI Es disposava de tres anys (fins a setembre 2004) per reduir el risc dels elements vulnerables existents per sota de 10 ⁻⁴ /any i fins a 2010 per reduir-lo per sota de 10 ⁻⁵ /any.	SI (idem nivell alt)
ITALIA	Aproximació AQR	Les del Safety Report ⁵	Diferents nivells de dany.	Matriu de compatibilitat freqüència dels accidents, nivell de dany i elements vulnerables.	SI	NO	NO
AUSTRIA	Determinística	Relació d'hipòtesis tipus	Danya no letals.	No.	NO	NO	NO
BELGICA*	AQR	Les de l'Etude de Surêté ⁶	Danya no letals	Cas a cas en l'estudi d'impacte ambiental.	NO	NO	NO
ALEMANIA	Mixta (determinística/ distàncies fixes)	Trencaments de línies i diferents diàmetres	Dosis no letals	Zonificació. Distàncies fixes/ anàlisi cas per cas.	SI	NO	SI (idem nivell alt)
CATALUNYA	AQR + Franja de seguretat	Purple Book ⁷	Dosis letals.	Risc individual: 10 ⁻⁴ i 10 ⁻³ /any ⁸	SI	SI ⁹ Previst un període transitori d'adaptació als lindars de risc acceptable fins a 2010.	SI (idem nivell alt)

- 1 Document equivalent a l'Anàlisi de Risc segons RD 1198/2003 de 19 de setembre.
- 2 La lei de 30 de juliol de 2003 defineix els PRPT (Plana de Prevenció de Riscos Tecnològics) per a gestionar, un cop reduït el risc en origen, les situacions existents no desagibles i evitar desenvolupaments futurs no adients. Els PRPT per establiments AG de nivell 4 delimiten tres zones en els voltants dels establiments i a l'interior de l'àmbit del PEE: a) un sector on l'Estat pot declarar d'utilitat pública l'expropiació; b) un sector on es pot instaurar el dret d'abandó als propietaris (els municipis han de comprar els seus terrenys a els propietaris deslligant al·lunyar-se del risc) i c) un sector on el municipi té dret de "preemptió" (preferència en la compra de terrenys).
- 3 COMMITTEE FOR THE PREVENTION OF DISASTERS. *Guidelines for quantitative risk assessment*. CPR 18 E. "Purple Book". Primera edició, 1999.

⁴ La directiva Seveso II va entrar en vigor a Bèlgica al juny de 2001 mitjançant un acord de cooperació entre l'Estat federal i les regions. S'han fet adaptacions en el decret relatiu a permisos mediambientals per a incorporar els requeriments d'aquesta directiva. Assigna a les regions (Brúxelles capital, Valon i Flandes) la competència per la planificació del territori (article 12). Les dades indicades corresponen a la regió de Brúxelles on el COBAT (Code Bruxellois pour l'Aménagement du Territoire) va ser aprovat el 9 d'abril de 2004, després d'una modificació que incloïa, entre altres, l'article 12 de la directiva Seveso II.

⁵ Aquest llinar està previst en el procés de reorganització dels establiments existents AG existents.

Està en projecte una instrucció de requeriment de l'ACR a tots els establiments AG de Catalunya.

4. CONCLUSIONS

La gestió del territori incorporant els criteris de risc és encara una qüestió pendent.

Malgrat la gran quantitat d'estudis i metodologies científicotècniques d'enginyeria de la seguretat que ens donen instruments per saber què pot passar i amb quina probabilitat, malgrat les múltiples eines jurídiques disponibles als àmbits europeu, estatal, regional i també local, malgrat els accidents que ens recorden que el problema segueix, la solució real viable no s'acaba de concretar.

Falta possiblement integrar en un sol model la gestió de la prevenció i les conseqüències, que són les mateixes independentment que la causa sigui un acte il·lícit (*security*) o accidental (*safety*), per avançar cap a una seguretat integral, amb la participació del sector privat sota el lideratge del sector públic.

Ho podríem anomenar sistema S2P2, és a dir *Safety&Security/ Private&Public*.

A Europa la variació de solucions aplicades és alta, i en aquest cas la creativitat local pot acabar sent una eina de política industrial i de seguretat pública, i per tant econòmica, positiva o negativa. Controlada o no. Depèn.

Cal estudiar-ho. És important.

Malgrat que alguns governs potser no se n'adonin.

5. BIBLIOGRAFIA

REGNE UNIT. SAMBHAVNA CLÍNICA FIDUCIARI. *El recurs de cassació Bhopal mèdica*. Anàlisi de contaminants químics en les aigües subterrànies de les comunitats que envolten el lloc UCIL planta de Bhopal. 2009.

WILLEY, R., CROWL, D. i LEPKOWSKI, W. La tragèdia de Bhopal: la seva influència en el procés i seguretat de la comunitat tal com es practica als Estats Units. *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. Vol. 18, 2005, p. 365-374.

BISARYA, R.; PURI, S. La tragèdia de Bhopal de gas-una perspectiva. *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. Vol. 18, 2005, p. 209-212.

REGNE UNIT. THE BHOPAL MEDICAL APPEAL. <http://bhopal.org/index.php?id=22&L=nkqibduigpqzcl>[2010.08.15].

THE BOSTON GLOBE. Boston, MA, Estats Units, 2009. http://www.boston.com/big-picture/2009/11/25th_anniversary_of_the_bhopal.html [2010.08.15].

GARCIA, J. La tragèdia de Bhopal de gas: podria haver succeït en un país desenvolupat? *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. Vol. 15, 2002, p. 1-4.

SAM BROLLEN, M., OEST, H., KRISHNA, K., ALDEEB, A., KEREN, N., SARAF, S., LIU, Y. i GENTILE, M. El llegat de Bhopal: L'impacte en els últims 20 anys i la futura orientació. *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. Vol. 18, 2005, p. 218-224.

REGNE UNIT. BUNCEFIELD MAJOR INCIDENT INVESTIGATION BOARD: *The Bucefield Incident 11 December 2005*. The final report, vol. 2, 2008.

- JOHNSON, M. El potencial per al vapor de les explosions de núvols: lliçons de l'accident de Buncefield. *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. 2010, p. 1-7.
- PAÏSOS BAIXOS. Enschede: Stedenbouw & Architectuur. Enschede, 2010. [<http://www.enschede-stad.nl/~Fotos/Luchtfotos/14.jpg>, 2010.08.15].
- VOOGD, H. Prevenció de Desastres en l'entorn urbà. *Revista Europea d'Ordenació del Territori*. Vol. 12, 2004.
- TAVEAU, J. L'avaluació de riscos i els reglaments d'ordenació del territori a França després del desastre de l'AZF. *Diari de prevenció de pèrdues en les indústries de procés*. 2010, p. 1-11.
- DECHY, N., BORDEUS, T., AYRAULT, N., KORDEK, M. i LE COZE, J. Les primeres lliçons de la catàstrofe de nitrat d'amoni Toulouse, 21 de setembre de 2001, la planta AZF, França. *Diari de materials perillosos*. Vol. 111, 2004, p. 131-138.
- CHRISTOU, M., AMENDOLA, A. i SMED, M. El control dels riscos d'accident greu: el problema de la planificació d'ús del sòl. *Diari de materials perillosos*. Vol. 65, 1999, p. 151-178.
- PROU, C., STRUCKL, M. i CHRISTOU, M. Introducció de plans de treball per a la planificació de l'ús del sòl en els Estats membres seleccionats. CCI informes científics i tècnics. EUR 23519 EN, 2008.
- SÈUS, I., PROGIOU, A., SYMEONIDIS, P. i ZIOMAS, I. Ordenació del territori a prop de les principals instal·lacions de risc d'accident a Grècia. *Diari de materials perillosos*. Vol. 179, 2010, p. 901-910.
- CASAL, J. *Evaluation of the Effects and Consequences of Major Accidents in Industrial Plants*. (Industrial Safety Series, 8). Amsterdam: Elsevier, 2008.
- PAPAZOGLU, I., NIVOLIANITOU, Z., BONANO, TERRA G. planificació de l'ús de polítiques que es deriven de la aplicació de la Directiva SEVESO II a la UE. *Diari de materials perillosos*. Vol. 61, 1998, p. 345-353.
- PROU, C., NEUVEL, J., ZLATANOVA, S. i ALE, B. Risc mapes informar l'ordenació del territori els processos d'una enquesta sobre els Països Baixos i Regne Unit els esdeveniments recents. *Diari de materials perillosos*. Vol. 145, 2007, p. 241-249.
- BOTTELBERGHS, P.H. Anàlisi de riscos i l'evolució política de seguretat en els Països Baixos. *Diari de materials perillosos*. Vol. 71, 2000, p. 59-84.
- UIJT DE HAAG, P., ALE, B. i POST, J. «The Purple Book: Guideline for Quantitative Risk assesment in the Netherlands». A: *Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries*, Amsterdam: Elsevier, 2001.
- BRAZIER, A.M. i GREENWOOD, R.L. Sistemes d'informació geogràfica: un enfocament coherent de les decisions de planificació de l'ús del sòl al voltant de les instal·lacions perilloses. *Diari de materials perillosos*. Vol. 61, 1998, p. 355-361.
- MADDISON, T. L'enfocament del Regne Unit per a l'ordenació del territori en les proximitats d'instal·lacions químiques de major perill. *Revista Catalana de Seguretat Pública*. Per a ser publicat, 2010.
- TOST, S. «Panorama de la Seguretat industrial a Catalunya. El cas de la planificació del territori als voltants d'establiments amb risc d'accident greu». *Revista Catalana de Seguretat Pública*. Vol. 19, 2010, p. 103-131.